

Б.В. Косков, В.Н. Косков, В.А. Шардаков
ОАО «ПермНИПИнефть»

ВЫДЕЛЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ФЛЮИДОУПОРОВ И ИНТЕРВАЛОВ ЗАХОРОНЕНИЯ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ СТОКОВ В РАЗРЕЗАХ СКВАЖИН ПО ДАННЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН

По данным геофизических исследований скважин (ГИС) в верхнедевонско-турнейских отложениях Пермского Прикамья выделены интервалы приемности для захоронения протоктов. Оценена степень изоляции данных интервалов для обеспечения экологической безопасности и предотвращения перетоков.

Региональная гидрогеология, решающая задачи гидрогеологического районирования территории, на современном этапе является научно-методической и практической основой многих видов гидрогеологических исследований, которые позволяют выявить и оценить условия формирования подземных вод и толщи горных пород по фильтрационным свойствам. Непрерывное увеличение объема информации с количественными оценками гидрогеологических параметров предопределяет помимо традиционных способов обработки получаемых результатов широкое использование методов ГИС, которые существенно дополняют геологическую и гидрогеологическую документацию по описанию разрезов скважин [1,2]. По материалам ГИС осуществляется литологическое расчленение разрезов скважин, выделение и прослеживание реперов, с помощью которых можно решить задачу межскважинной корреляции. При гидрогеологической интерпретации данных ГИС выделяемые толщи и пласты горных пород трансформируются в гидрогеологические с наделением их определенными фильтрационными свойствами. В качестве таких геофильтрационных сред (ГФС) нами ранее было предложено выделять пять так называемых таксонов, которые оценивают слоистую неоднородность разрезов скважин по проницаемости [3,4]. Особый интерес вызывают таксоны, представленные высокопроницаемыми водоносными горизонтами и флюидоупорами. По результатам интерпретации материалов ГИС можно проводить корреляцию разрезов скважин и строить карты латерального изменения различных гидрогеологических параметров, т.е. проводить гидрогеологическую стратификацию разреза и объемное гидрогеологическое картирование. Следует отметить, что нередко водоносные комплексы одной части бассейна преобразуются в другой его части в водоупорные и поэтому использование данных ГИС при такой ситуации весьма эффективно.

Объектом наших исследований были верхнедевонско-турнейские карбонатные отложения месторождений платформенной части Пермского Прикамья. Цель работы – выделение в разрезах скважин интервалов

приемистости для подземного захоронения промстоков и построение гидродинамической модели закачки. Интервалы закачки стоков выбираются на основе получаемых в результате интерпретации данных ГИС геолого-гидрогеологических показателей. Для обеспечения экологической безопасности необходимо было также оценить степень изоляции пористых и проницаемых резервуаров, выбранных для закачки, от региональных флюидоупоров.

В условиях отсутствия прямых определений фильтрационных параметров водоносных горизонтов их оценка осуществляется путем определения пористости по материалам ГИС с последующим расчетом проницаемости.

Интерпретация диаграмм ГИС (в основном использовались показания стандартного каротажа двухметровым зондом А2.0М0.5N с записью кривой потенциалов собственной поляризации ПС и диаграммы радиоактивного каротажа ГК и НГК, записанные в масштабе 1:500 по всему стволу скважины) осуществлялась при обосновании гидрогеологической оценки и выбора объектов для подземного захоронения нефтепромысловых стоков в следующих интервалах: кровля радаевского горизонта – подошва тиманской терригенной пачки. Возможность закачки промстоков определялась наличием в глубоких горизонтах разреза скважин интервалов пористых и достаточно проницаемых пород и изолирующих их флюидоупоров.

Как было отмечено выше, необходимость использования данных ГИС для получения характеристики фильтрационных свойств перспективных объектов закачки диктуется тем, что в скважинах изучаемых месторождений не были проведены специальные гидродинамические исследования по определению приемистости и гидродинамических параметров. Поэтому и была проведена экспертная оценка фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) интервалов, предназначенных для закачки стоков (с последующей экстраинтерполяцией) по результатам интерпретации материалов ГИС.

Интерпретация диаграмм ГИС сводилась к следующему:

1. Выделение пластов-коллекторов и определение характера их насыщения.
2. Определение пористости и проницаемости пластов-коллекторов.
3. Определение границ водоупоров, их толщин и литологического состава.
4. Построение схемы корреляции по скважинам турнейско-франского комплекса.

Выделение пластов-коллекторов проводилось по комплексу ГИС по общепринятой методике, а при определении пористости (K_n) продуктивных пород использовалась петрофизическая зависимость $\Delta J_{nr} = f(K_n^{спри})$, построенная для турнейских карбонатных отложений рассматриваемых месторождений по диаграммам НГК. Она характеризуется сильной связью (коэффициент корреляции $r=0,86$) и имеет следующий аналитический вид:

$$K_n = -10,766 \ln \Delta J_{nr} + 0,247.$$

Для определения $K_{п}$ использовалась вышеприведенная зависимость между показаниями двойного разностного параметра $\Delta J_{пг}$ и значениями пористости $K_{п}$, определенными по керну в лабораторных условиях. Расчет значений $\Delta J_{пг}$ проводился по формуле

$$\Delta J_{пг} = \frac{(J_{пг \text{ пл}} - k J_{г \text{ пл}}) - (J_{пг \text{ min}} - k J_{г \text{ max}})}{(J_{пг \text{ max}} - k J_{г \text{ min}}) (J_{пг \text{ min}} - k J_{г \text{ max}})},$$

где $J_{пг \text{ пл}}$, $J_{пг \text{ max}}$, $J_{пг \text{ min}}$ – текущие показания НГК соответственно против интерпретируемого пласта-коллектора, максимальные и минимальные показания против опорных горизонтов; $J_{г \text{ пл}}$, $J_{г \text{ min}}$, $J_{г \text{ max}}$ – текущие показания ГК соответственно против интерпретируемого пласта-коллектора, максимальные показания против глинистых пород, минимальные показания против плотных пород; k – аппаратный коэффициент. В качестве опорных горизонтов на диаграммах НГК принимались выдержанные по площади плотные карбонатные породы турнейского яруса с высокими показаниями НГК и глинистые породы радаевского горизонта с минимальными значениями НГК.

Для определения проницаемости пластов-коллекторов была использована существующая зависимость между пористостью и проницаемостью, полученная в результате керновых исследований в лабораторных условиях для отложений турнейско-фаменского возраста. Зависимость $K_{пр} = f(K_{п})$ имеет следующее аналитическое выражение:

$$K_{пр} = 3 \cdot 10^{-7} K_{п}^{6,8955}$$

и характеризуется высокой теснотой связи ($r=0,8536$).

Водоупорные интервалы представлены глинистыми толщами радаевского горизонта и глинисто-терригенными отложениями в верхней части тиманской терригенной пачки, а также плотными породами карбонатного состава саргаевского горизонта.

Пример результатов интерпретации данных ГИС по выделению проницаемых пластов и водоупоров по скважинам приведен в таблице.

Проницаемые интервалы и флюидоупоры
(Быркинское месторождение, скв.391)

Возраст отложений	Глубина кровли пласта, м	Толщина пласта, м	Интервал проницаемого прослоя, м	Толщина прослоя, м	Характер насыщения	$\Delta J_{пг}$	$K_{п}$, %	$K_{пр}$, Мдарси
Радаевский	1385,0	45,0			Глинистый флюидоупор			
Турнейский	1430,0	53,0	1433-1437	4,0	Н	0,27	14,4	29,1
			1452-1454	2,0	Н	0,29	13,5	18,7

			1458-1463	5,0	Н	0,32	12,6	11,6
			1479-1483	4,0	В	0,05	32,8	8500
Фаменский	1488,0	312,0	1517-1520	3,0	В	0,32	12,6	11,6
			1534-1539	5,0	В	0,27	14,4	29,1
			1550-1554	4,0	Б	0,43	9,1	1,23
			1684-1689	5,0	Ь	0,40	10,1	2,53
							
			1810-1814	4,0	В	0,32	12,6	11,6
Франский	1824,0	228,0	1824-1829	5,0	В	0,17	19,3	220
			1839-1843	4,0	В	0,22	16,5	74,5
			1851-1854	3,0	В	0,22	16,5	74,5
							
			1997-2000	3,0	В	0,34	11,8	7,38
Саргаевский	2052,0	13,0	Карбонатный флюидоупор					
Тиман. тер.	2065,0	25,0	Глинисто-терригенный флюидоупор					

В процессе геолого-геофизических исследований была построена корреляционная схема с указанием границ проницаемых интервалов по разрезу скважин, перспективных для закачки протстоков, и флюидоупоров.

Библиографический список

1. Гринбаум И.И. Геофизические методы определения фильтрационных свойств горных пород. М.: Недра, 1965. 324 с.
2. Мельканович И.М. Геофизические методы при региональных гидрогеологических исследованиях. М.: Недра, 1984. 176 с.
3. Косков В.Н. Гидрогеологическое расчленение разрезов скважин и стратификация слагающих их горных пород по промыслово-геофизическим данным// Прогнозирование и методика геолого-геофизических исследований месторождений полезных ископаемых на Западном Урале: Тез. докл. научно-техн. конф.// Перм. гос. ун-т. Пермь, 1994. С. 79.
4. Косков В.Н., Яковлев Ю.А. Построение диапазонных геофильтрационных моделей разреза с использованием материалов промыслово-геофизических исследований// Геология, геофизика и разработка нефт. месторождений. 1996. №1. С. 30-34.

Получено 22.11.2000